

PC 7/SE 97/00891

5

PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET
Patentavdelningen

REC'D 20 JUN 1997
WIPO PCT

Intyg
Certificate

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.



(71) Sökande Asea Brown Boveri AB, Västerås SE
Applicant (s)

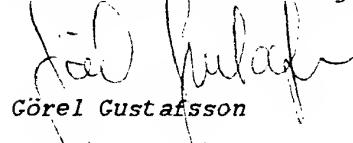
(21) Patentansökningsnummer 9700347-9
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 1997-02-03
Date of filing

Stockholm, 1997-06-12

PRIORITY DOCUMENT

För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office


Görel Gustafsson

Avgift
Fee

Förfarande och anordning för att minska
tredjetonsfenomen vid direktanslutning av växelströmsmaskiner.

Föreliggande uppfinning hänför sig till ett förfarande och en anordning för att minska inverkan av tredjetonsspänningar vid direktanslutning av växelströmsmaskiner till ett trefas kraftnät, varvid en lindning hos maskinen är Y-kopplad och lindningens neutralpunkt tillgänglig.

Med växelströmsmaskin menas här såväl en roterande elektrisk maskin som en transformator.

10 En ström med en frekvens av tre gånger nätfrekvensen, nedan kallad tredje tonen, alstras på olika sätt i distributions- och transmissionsnät, nedan gemensamt kallat kraftnät. Denna ström uppstår bl.a. på grund av tredjetonsspänningar, genererade av generatorer och i olinjära 15 laster som drar tredjetonsströmmar. Tredjetonsströmmen ställer ofta till problem, dels för till kraftnätet anslutna apparater och don samt dels för de tredjetonsalstrande organen själva. Tredjetonsproblematiken är ofta direkt förknippad med hur anslutna organ är jordade. Den dominerande övertonen är den 20 tredje, som har egenskapen att dess fasläge är detsamma i alla faser. Med andra ord, den uppträder som en nollföljdsström. Eftersom det finns flera olika principer och bestämmelser för jordning i kraftnät medför detta också att metoderna för att minska inverkan av tredje tonen kan vara högst olika.

25 Vid beräkning och konstruktion av trefasiga växelströmsmaskiner strävar man normalt efter att få så symmetriska och sinusformade storheter som möjligt. När det gäller dessa maskiners statorlindningar kan de, vad uttag beträffar, vid tillverkningen kopplas på flera olika sätt. Hos 30 de maskiner, som är aktuella i samband med denna uppfinning, är trefaslindningen Y-kopplad och lindningens samtliga ändar inklusive neutralpunkten är utdragna ur maskinen.

För att få ett ekonomiskt utnyttjande av den elektromagnetiska kretsen vid vanligtvis förekommande växelströmsmaskiner alstras en tredjetons emk som överton till grundtonens emk.

5 Det är väl känt, att man kan välja statorlindningens kordning, så att någon eller några övertoner elimineras. Det är också väl känt beträffande synkrona växelströmsmaskiner med utpräglade poler, att man dessutom kan påverka och förbättra kurvformen i dessa maskiners emk genom att välja utförandet av
10 rotorpolerna, och då speciellt polplattornas form på lämpligt sätt.

Att helt eliminera tredje tonen i spänningen genom att välja en lämplig storlek på lindningssteget innebär dock en kraftig reduktion, ca 14%, av den för momentproduktion
15 tillgänglig grundtonsspänningen. Detta innebär således endast 86% utnyttjande av den möjliga märkeffekten. För att inte få denna reduktion användes lindningsteget i första hand för att reducera femte tonen, varvid reduktionen bara blir några procent. Anpassning av polplattans form används ofta för att
20 kostnadseffektivt sänka sjundetonsspänningen. Att eliminera eller reducera tredjetonsspänningens/-strömmens skadliga effekter bör därför ske med andra metoder.

När det gäller att ansluta en generator till ett befintligt kraftnät kan man i regel inte fritt välja generatorns
25 jordning eftersom denna i stort är bestämd av det befintliga kraftnätets jordningsmetod.

När det gäller jordning av generatorer finns det dock tre viktiga kriterier som bör iakttas, nämligen:

- kraftnätet bör inte vara ojordat
- 30 - en tredjetonsström genom såväl generator som övrigt ansluten utrustning måste av flera skäl begränsas

- direktjordning av generatorn bör undvikas

Om man kopplar neutralpunkten till kraftnätets jord via en relativt högohmig impedans kan denna lösning med dagens metoder inte utnyttjas p g a att en eventuell jordfelssström blir 5 så låg att utlösning av jordfel i nätet inte kan detekteras. En sådan koppling löser därför inte tredjetonsproblematiken.

Genom att ansluta neutralpunkten direkt eller via en lämplig impedans till kraftnätets jord bidrar den aktuella växelströmsmaskinen till att lämpliga storlekar på 10 nollföljdsimpedansen erhålls för att kunna hantera de felfillstånd som kan uppstå i det elektriska systemet.

En förutsättning i detta sammanhang är att vissa kriterier bör innehållas beträffande nollföljdsimpedansen R_0+jX_0 , och plusföljdsreaktansen X_+ . Dessa kriterier anges ofta som 15 följande olikheter

$$X_0/X_+ < 3 \text{ och } R_0/X_+ < 1$$

Dessa olikheter kan i övrigt tolkas så att vid ett jordfel på en fas kan spänningshöjningen på de felfria faserna relativt jord begränsas till det ur 20 isolationskoordineringssynpunkt ekonomiska värdet 80% av vad som skulle ha uppstått, om ovanstående kriterier inte hade innehållits.

Nackdelen med en direkt anslutning av neutralpunkten till kraftnätets jord är att om spänningarna innehåller en 25 tredje ton, så börjar det flyta en tredjetonsström i fasledarna som sluter sig genom jorden och/eller jordledarna.

När det gäller lågspända kraftnät finns det i dag i de flesta nät tredjetonsströmmar, som sluter sig i nolledaren och orsakar både termiska och akustiska problem. Dessa strömmar 30 orsakas av att moderna lysrörsarmaturer, tyristorstyrningar och nätaggregat olinjärt lastar eller hackar sönder nätspänningen.

De resulterande störningarna, vilka har utpräglad tredjetonskaraktär, påverkar andra apparater, skapar effektförluster och kan påverka elöverkänsliga personer. För att begränsa tredjetonsspänningens och tredjetonsströmmens skadliga inverkan finns, förutom möjligheten till direktjordning eller jordning via lämpliga impedanser av neutralpunkten, ett antal andra metoder.

En relativt vanlig metod för jordning är att ansluta ett högohmigt motstånd till en punkt i kraftnätet. Detta motstånd är alltid inkopplat. Detta kan ske med hjälp av en Z/0-kopplad transformator ansluten till nätet. För att kunna få erforderliga selektiva jordfelsskydd bör dock motståndet vara så dimensionerat att man får minst 15 A jordfelsström vid full nollpunktsspänning.

En annan vanlig metod för att hantera tredjetonsproblematiken för generatoranläggningar är att ansluta generatorn till nätet via en $\Delta/Y-0$ kopplad s.k. step up transformator, som spärrar tredjetonen.

Av det ovan framförda är det uppenbart att när det gäller högre spänningar är tredjetonsfrågan ett än större problem. Apparater, företrädesvis generatorer, som producerar en tredjetonsspänning och direktansluts mot ett kraftnät måste därför normalt utrustas med ett tredjetonsfilter. Filtret skall begränsa den skadliga tredjetonsströmmen, som kan sluta sig genom maskinen via kraftnätet. Ett sådant tredjetonsfilter, som är avstämmt och fungerar väl för ett bestämt driftfall på nätet, är beskrivet i svenska patentansökan 9602078-9. Problem kan dock uppstå vid andra driftfall i kraftnätet än det, som filtret är avstämmt för. En enkel omkoppling i nätet kan till exempel vara tillräckligt för att filtret tredjetonsmässigt hamnar i resonans med nätet och maskinen med stora tredjetonsströmmar som följd, trots att filtret var väl avstämmt före omkopplingen. Dessa strömmar kan även uppträda långt ute på nätet.

Syftet med föreliggande uppfinding är att begränsa tredjetonsströmmarna vid olika driftfall utan att någon ny avstämning av det befintliga tredjetonsfiltret skall behövas för de olika driftfallen.

5 Detta syfte uppnås med ett förfarande och en anordning av inledningsvis angivet slag med i patentkraven 1 respektive 9 angivna kännetecken.

Med förfarandet och anordningen enligt uppfindingen skyddas såväl maskinen som nätet mot skadliga tredjetonsströmmar 10 vid olika driftfall och de totala tredjetonsförlusterna blir låga.

Enligt fördelaktiga vidareutvecklingar av förfarandet enligt uppfindingen sker ändringen av filtrets karakteristik genom kontinuerlig reglering av filterkarakteristiken eller 15 genom omkoppling mellan ett begränsat antal, förutbestämda karaktäristika, till exempel mellan två olika karaktäristika i den enklaste formen.

Enligt andra fördelaktiga vidareutvecklingar av förfarandet enligt uppfindingen uppmäts filtrets och nätets, 20 inklusive växelströmsmaskinens, impedanser för att bestämma när risk för tredjetonsmässig resonans föreligger. Filterkaraktäristiken kan då ändras när, eller viss tid innan, resonans uppstår. Det kan vara tillräckligt att uppmäta växelströmsmaskinens impedans en gång och sedan genomgående 25 använda sig av detta uppmätta värde. Genom att på detta sätt uppmäta impedansen kan filterkaraktäristiken omkopplas med viss hysteres.

Det kan vara svårt att avstämma filtret perfekt för tredjetonen, så att filterimpedansens, för tredjetonens 30 resistiva del, blir tillräckligt hög och följaktligen dämpar tredjetonsströmmarna, särskilt om man vill ha låga förluster i filtret, det vill säga ett högt Q-värde. Resonansområdet blir då

smalt och avstämningen känslig. Enligt uppföringen utför man därför istället en viss felavstämning eller snedstämning av filtret, som ligger inom tillåtna toleranser. Enligt en fördelaktig utföringsform av förfarandet enligt uppföringen 5 sker felavstämningen genom ändring av filtrets induktans och/eller kapacitans. Härvid krävs således inte ett perfekt avstämt filter och billiga komponenter kan utnyttjas.

Enligt en fördelaktig utföringsform av anordningen enligt uppföringen innehållar filtret en parallell 10 resonanskrets, innehållande en reaktor, parallellkopplad med en kapacitiv reaktans, och ändringsorganen innehållar en, parallellt med reaktorn inkopplingsbar, andra induktor. Impedansen i denna seriegren kan då avstämmas till ett lågt 15 induktivt värde för grundtonen medan tredjetonsimpedansen blir tillräckligt stor.

Uppfinningen är i första hand tänkt att användas, och dess fördelar blir speciellt framträdande, vid en roterande elektrisk maskin med en högspänningsskabel av ett slag, som innehållar en kärna med ett flertal kardeler, ett kärnan 20 omslutande inre halvledande skikt, ett det inre halvledande skiktet omslutande isolerande skikt och ett det isolerande skiktet omslutande yttre halvledande skikt. Högspänningsskabeln har en diameter i intervallet 20 - 200 mm och en ledningsarea i intervallet 80 - 3000mm².

Uppfinningen kommer nu att förklaras närmare med hänvisning till bifogade ritningar, på vilka figur 1 visar ett tredjetonsmässigt ekvivalent schema för en generator, direkt ansluten till nätet, figur 2 visar ett tredjetons spärrfilter inkopplat mellan växelströmsmaskinens neutralspunkt och kraftnätets jord, figurerna 3 och 4 visar imaginärdelen respektive realdelen av filterimpedansen som funktion av felavstämningen vid två olika godhetstal QL, figur 5 illustrerar ett exempel på omkoppling av filterkaraktäristiken vid uppföringen och figurerna 6-10 visar olika exempel på hur

ändringen av karaktäristiken hos spärrfiltret vid uppfinningen kan realiseras.

Tredjetonsmässigt kan en till ett kraftnät direkt ansluten generator, ett tredjetonsfilter och nätet reduceras 5 till den ekvivalenta kretsen i figur 1, där Z_{filter} betecknar tredjetonsfiltrets impedans, E_3 generatorns emk, jX_{G1} generatorns reaktans och $Z_{\text{nät}}$ kraftnätets impedans. Understrykningarna av beteckningarna ovan markerar att de betecknar komplexa storheter. Tredjetonsströmmen I blir i denna krets

10

$$I = \frac{E_3}{Z_{\text{nät}} + Z_{\text{filter}} + jX_{G1}} \quad (1)$$

Tredjetonsströmmen I skall begränsas det vill säga 15 absolutbeloppet av nämnaren i uttrycket ovan skall göras så stor som möjligt. Absolutbeloppet av nämnaren ges av

$$\text{nämnaren} = \sqrt{(R_{\text{filter}} + R_{\text{nät}})^2 + (X_{\text{filter}} + X_{\text{nät}} + X_{G1})^2} \quad (2)$$

där R_{filter} och $R_{\text{nät}}$ betecknar filtrets respektive näts resistans och X_{filter} och $X_{\text{nät}}$ filtrets respektive näts reaktans.

20 I denna koppling kan driftsfall i nätet förekomma, för vilka

$$X_{\text{filter}} + X_{\text{nät}} + X_{G1} \approx 0 \quad (3)$$

Härvid begränsas tredjetonsströmmen I endast av $R_{\text{filter}} + R_{\text{nät}}$, varför strömmens storlek kan bli ansenlig.

25 Om spärrfiltret avstäms perfekt till tredje tonen är filterimpedansens resistiva del hög och tredjetonsströmmarna blir följaktligen låga, det vill säga $R_{\text{filter}} + R_{\text{nät}}$ blir stor i ekvation (2). Att åstadkomma en sådan perfekt avstämning är emellertid mycket svårt och en dyrbar lösning, särskilt om 30 förlusterna i filtret skall hållas låga, det vill säga godhetstalet QL vara högt. Härvid blir nämligen resonansområdet,

inom vilket den resistiva delen är stor, mycket smalt och det är då särskilt svårt att avstämma filtret, så att man alltid befinner sig vid resonans toppen, se figur 4, som visar filterimpedansens realdel som funktion av felavstämningen för
5 två olika stora godhetstal QL .

Med föreliggande uppförande anvisas en annan teknik för att begränsa tredjetonsströmmen vid direktanslutning av växelströmsmaskiner till kraftnät genom felstämning av spärrfiltret inom tillåtna toleranser. Härvid är ekvation (3)
10 ovan ej uppfyllt utan summan av de aktuella reaktanserna alltid skild från 0, och i stället för att använda för tredjetonen perfekt avstämmt filter växlas tecknet på imaginärdelen av
filtrets impedans vid behov. Vid föreliggande uppförande kan
därför billiga filter och andra komponenter utnyttjas för att på
15 tillförlitligt sätt begränsa tredjetonsströmmarna.

Ekvation (3) ovan innebär att för vissa driftsfäll är imaginärdelen av nätets och generatorns impedans lika med imaginärdelen av filtrets impedans med omvänt tecken, varvid en
20 tredjetonsresonans uppstår mellan filter och nät inklusive generator.

I figur 2 visas ett spärrfilter 14 inkopplat mellan neutralpunkten 2 i en Y-kopplad växelströmsmaskin 1, såsom en generator, och kraftnätets jord 4, eventuellt via ett lågohmigt motstånd 3. Generatorns 1 fasspänningar kopplas direkt till
25 nätet 5 via en brytare och frånskiljare 13.

Filtret 14 i figur 2 innehåller en parallellresonans krets, bestående av en reaktor 15 i parallell med en kondensator 16 samt en ytterligare inkopplingsbar kondensator 20. Över parallellresonanskretsen 14 är vidare ett överspänningsskydd 17
30 kopplat. Vidare är mätenheter 26 och 27 inrättade på generatorns 1 ned- och uppsida för att mäta ström respektive spänning och fasvinkel för att i en styrenhet 28 bestämma imaginärdelen av nätets 5 och generatorns 1 impedans och i beroende av uppmättta

impedansvärdens vid behov ändra filtrets karaktäristik genom in- eller urkoppling av kondensatorn 20. Detta kommer att beskrivas närmare nedan tillsammans med alternativa utföranden av spärrfiltret.

- 5 Vidare visas i figur 2 strömmätanordningar 6, 7 samt ett överspänningsskydd 11 på generatorns 1 nätsida.

Filtret 14 skall, förutom att begränsa tredjetonsströmmen I, även fungera som jordning av generatorns 1 neutralpunkt 2.

- 10 Om man snedstämmer filtret 14 5%, lämpligen induktivt eftersom nätet normalt är induktivt, och dessutom konstruerar filtret så att dess godhetstal $Q_L=40$, vilket kräver en reaktor med tämligen låga förluster, det vill säga R_{filter} är ganska litet, uppnår man att ekvationen (3) ovan ej uppfylls, det vill
15 säga $X_{filter}+X_{nät}+X_G \neq 0$ är skilt från 0, se figur 3, som visar filterreaktansens X_{filter} variation med felavstämningen för godhetstalen $Q_L=40$ och $Q_L=10$. Som framgår av denna figur är filtret induktivt för negativ snedstämning och kapacitivt vid positiv snedstämning, varvid ett större godhetstal resulterar i
20 en till beloppet större reaktans. Dock avtar godhetstalets betydelse i detta avseende ju större felavstämningen är.

- Ett högt godhetstal Q_L kan också uppnås genom att i resonanskretsen införa en aktiv kompensering i t.ex.
induktorgrenen eller i kondensatorgrenen för att kompensera för
25 resistiva tredjetonsförluster i reaktorn 15 och kondensatorn 16.

- Om en omkoppling sker i nätet så att näts och generatorns reaktans blir kapacitiv, det vill säga impedansens imaginär del blir negativ kan en resonans uppstå, det vill säga ekvation (3) ovan kan uppfyllas. Enligt upfinningen lösas detta
30 problem genom att filterkaraktäristiken ändras, i detta fall genom positiv felavstämning av filtret, med till exempel 5%, se figur 3. En sådan positiv felavstämning av filtret kan

åstadkommas genom inkoppling av en extra kondensator C_e , såsom kommer att beskrivas nedan i anslutning till figur 6. Filtret blir då kapacitivt, det vill säga att filterimpedansens imaginärdel växlar tecken och risken för resonans elimineras.

- 5 Filterkaraktäristiken ändras lämpligen då imaginärdelarna av filtrets och nätets och generatorns impedanser får olika tecken, innan resonans inträffar. För den skull uppmäts impedansen hos nätet 5 och generatorn 1 med mätenheterna 26 och 27, se figur 2, för att fastställa när 10 imaginärdelen växlar tecken. Denna mätning består i uppmätning av tredjetonsspänning, tredjetonsström och fasvinkel dem emellan. Eventuellt kan det vara tillräckligt att uppmäta generatorimpedansen en enda gång för att sedan genomgående använda detta värde.
- 15 Styrenheten 28 måste vara så utförd att ändringen eller omkopplingen av filterkaraktäristiken härvärd sker med viss hysteres. I annat fall kan brytare, såsom t.ex. brytaren 21 för inkoppling och urkoppling av induktanser och kapacitanser komma att slå till och ifrån ett stort antal gånger, när imaginärdelen 20 av nätets och generatorns impedanser ligger i näheten av omslagsnivån.

Omkopplingsförlloppet illustreras i figur 5, som visar det plan som uppvisas av imaginärdelarna av generatorns och nätets impedans respektive filtrets impedans. Om sålunda 25 omkopplingar i nätet sker, så att nätets reaktans rör sig från den induktiva sidan i riktning mot den kapacitativa, är styrenheten 28 utförd att omkoppla filtret från den induktiva sidan till den kapacitativa sidan vid en förutbestämd negativ omslagsnivå $-X$ hos den imaginära delen hos den uppmätta 30 impedansen hos nätet och generator, vid punkten D i figuren. Filtret omkopplas från en viss felavstämning, som ger den positiva imaginärdelen $+X_{F1}$ till en lika stor negativ imaginärdel $-X_{F1}$, från punkt D till punkt C. Filtret omkopplas således från induktiv karakteristik till kapacitiv.

Om i stället nätet rör sig i riktning från den kapacitiva sidan mot den induktiva, det vill säga från negativ imaginärdel, i riktning mot positiv, är styrenheten 28 anordnad att omkoppla filtret från kapacitiv karakteristik till induktiv 5 karaktäristik vid en förutbestämd omslagsnivå $\pm X$ hos imaginärdelen av den uppmätta impedansen för generator och nät, vid punkt B i figuren. I detta fall omkopplas filtret från nivån $-X_{FI}$ till nivån $+X_{FI}$, vid punkt A.

Lämplig storlek på omslagsnivåerna $\pm X$ kan vara 10% av 10 imaginärdelen av generatorns och näts impedans.

Ändringen av filtrets karakteristik kan ske på ett flertal sätt. Ett exempel visas i figur 6, vid vilket en extra kondensator C_e inkopplas med hjälp av styrenheten 28 vid behov för att ändra filtrets felavstämning och därmed dess 15 karaktäristik. Kondensatorn C_e är in och urkopplingsbar med en från styrenheten 28 styrd brytare 30.

I figur 7 visas ett alternativt utförande av spärrfiltret med en in och urkopplingsbar kondensator 32 i serie med kondensatorn 16. In och urkopplingen sker med hjälp av 20 brytaren 34, som styrs från styrenheten 28 i figur 2. I normalfallet bör brytaren 34 vara sluten för att förlusterna skall bli så låga som möjligt. Detta utföringsexempel är fördelaktigt därför att brytaren 34 och kondensatorn 32 ej behöver tåla den fulla spänningen över filtret.

25 I figur 8 visas ytterligare ett alternativt utföringsexempel av filtret, vid vilket en extra induktor 36 är inkopplingsbar i serie med reaktorn 15 med hjälp av brytaren 38, som likaledes är styrd från styrenheten 28. Detta kan också realiseras med en lindningskopplare på reaktorn 15 för att in- 30 och urkoppla en del av denna.

I figur 9 visas ett utförande, vid vilket en extra induktans 40 är inkopplingsbar parallellt med reaktorn 15 och kondensatorn 16 med den från styrenheten 28 styrda brytaren 42.

I figur 10 visas ytterligare ett utföringsexempel vid 5 vilken en tillsatskondensator 44 är inkopplad i serie med reaktorn 15. Ändringen av filtrets karakteristik sker genom in och urkoppling av kondensatorn 32 på analogt sätt som vid utföringsexemplet enligt figur 7. Genom att på detta sätt 10 inkoppla en tillsatskondensator i serie med reaktorn 15 uppnår man den fördelen att filtrets impedans för den tredje tonen blir högre och impedansen för grundtonens nollföldskomponent blir lägre.

Även de övriga, ovan beskrivna utföringsexemplen kan 15 modifieras på analogt sätt genom inkoppling av en tillsats kondensator i serie med reaktorn.

Spärrfiltret vid föreliggande uppfinning är försett med ett överspänningsskydd. I de beskrivna utföringsformerna visas detta som en separat komponent. Överspänningsskyddet kan emellertid också realiseras genom att filtrets reaktor får gå i 20 mätning.

Även andra varianter av spärrfilter är naturligtvis möjliga för uppfinningens realisering, såsom olika varianter av aktiva filter.

GB
P
A
B
C
D
E
F
G

PATENTKRAV

1. Förfarande för att minska inverkan av tredjetonsspänningar vid direktanslutning av växelströmsmaskiner (1) till ett trefas kraftnät (5), varvid en lindning hos maskinen är Y-kopplad och lindningens neutralpunkt (2) tillgänglig, kännetecknat av ett spärrfilter (14) med skydd (17) för överspänningar kopplas mellan neutralpunkten (2) och kraftnätets (5) jord (4) samt att filtrets karaktäristik ändras vid risk för att filtret tredjetonsmässigt hamnar i resonans med nätet och maskinen.
2. Förfarande enligt krav 1, kännetecknat av att ändringen av filtrets karakteristik sker genom kontinuerlig reglering av filterkaraktäristiken.
3. Förfarande enligt krav 1, kännetecknat av att ändringen av filtrets karakteristik sker genom omkoppling mellan ett begränsat antal, förutbestämda karaktäristika.
4. Förfarande enligt något av kraven 1 - 3, kännetecknat av att filtret snedstämmes så att det är tredjetonsmässigt högohmigt induktivt.
- 20 5. Förfarande enligt något av kraven 1 - 4, kännetecknat av att filtrets och näts, inklusive växelströmsmaskinens, impedanser uppmäts för att bestämma när risk för tredjetonsmässig resonans föreligger.
- 25 6. Förfarande enligt krav 5, kännetecknat av att filterkaraktäristiken ändras när, eller viss tid innan, summan av imaginära delen av näts och växelströmsmaskinens tredjetonsimpedans byter tecken.
7. Förfarande enligt krav 6, kännetecknat av att filterkaraktäristiken ändras så att imaginära delen av filtrets impedans

får motsatt tecken mot tecknet för imaginära delen av den uppmätta impedansen hos nätet och växelströmsmaskinen.

8. Förfarande enligt något av kraven 1 - 7, kännetecknat av att filtrets karakteristik ändras genom ändring av filtrets
5 induktans och/eller kapacitans.

9. Anordning för att minska inverkan av tredjetonsspänningar vid direktanslutning av växelströmsmaskiner (1) till ett trefas kraftnät (5), varvid en lindning hos maskinen är Y-kopplad och lindningens neutralpunkt (2) tillgänglig,
10 kännetecknad av att ett spärrfilter (14) med skydd (17) för överspänningar är anordnat mellan neutralpunkten (2) och näts
(5) jord (4), samt att ändringsorgan (20,21;30,C_e;32,34;36,38;
40,42) är inrättade för att ändra filtrets (14) karakteristik.

10. Anordning enligt krav 9, kännetecknad av att maskinen
15 är en roterande elektrisk maskin och lindningen maskinens statorlindning.

11. Anordning enligt krav 9, kännetecknad av att maskinen är en transformator.

12. Anordning enligt något av kraven 9-11, kännetecknad av
20 att en styrenhet är anordnad att styra ändringsorganen till att ändra filtrets karakteristik vid risk för att filtret tredjetonsmässigt hamnar i resonans med nätet och maskinen.

13. Anordning enligt krav 12, kännetecknad av att en mät-
enhet är inrättad att bestämma imaginärdelen av näts och
25 växelströmsmaskinens impedans för att bestämma när risk för resonans med filtret föreligger och för att styra styrenheten till att ändra filterkarakteristiken i beroende härav.

14. Anordning enligt krav 13, kännetecknad av att styren-
heten är anordnad att styra ändringsorganen till att ändra
30 filterkarakteristiken, när, eller viss tid innan, imaginära delen av näts och växelströmsmaskinens impedans ändrar tecken.

15. Anordning enligt krav 14, kännetecknad av att styrenheten är anordnad att styra ändringsorganen till att ändra filterkaraktäristiken, så att imaginära delen av filtrets impedans har motsatt tecken mot tecknet på imaginära delen av
5 nätets och växelströmsmaskinens impedans.

16. Anordning enligt något av kraven 9-15, kännetecknad av att filtret innehåller en parallellresonanskrets, innehållande en reaktor, parallellkopplad med en kapacitiv reaktans, samt att ändringsorganen innehåller en, i serie med reaktorn
10 inkopplingsbar, första induktor.

17. Anordning enligt något av kraven 9-15, kännetecknad av att filtret innehåller en parallellresonanskrets, innehållande en reaktor, parallellkopplad med en kapacitiv reaktans, samt att ändringsorganen innehåller en, parallellt med reaktorn
15 inkopplingsbar, andra induktor.

18. Anordning enligt något av kraven 9-15, kännetecknad av att filtret innehåller en parallellresonanskrets, innehållande en reaktor, parallellkopplad med en kapacitiv reaktans, samt att ändringsorganen innehåller en, parallellt med parallellreso-
20 nanskretsen inkopplingsbar, första kondensator.

19. Anordning enligt något av kraven 9-15 eller 18,
kännetecknad av att filtret innehåller en parallellresonanskrets, innehållande en reaktor, parallellkopplad med en kapacitiv reaktans, samt att ändringsorganen innehåller en, i
25 serie med den kapacitiva reaktansen inkopplingsbar, andra kondensator.

20. Anordning enligt något av kraven 9-19, varvid filtret innehåller en parallellresonanskrets, innehållande en reaktor, parallellkopplad med en kapacitiv reaktans, kännetecknad av att
30 ändringsorganen innehåller en, i serie med reaktorn inkopplingsbar, tredje kondensator.

21. Roterande elektrisk maskin enligt krav 10, kännetecknad av att lindningarna är lindade av högspänningsskabel samt att maskinen är försedd med en anordning enligt något av kraven 12 - 20.

5 22. Maskin enligt krav 21, kännetecknad av att högspänningsskablen är av ett slag som innehåller en kärna med ett flertal kardeler, ett kärnan omslutande inre halvledande skikt, ett det inre halvledande skiktet omslutande isolerande skikt och ett det isolerande skiktet omslutande yttre halvledande skikt.
10

23. Maskin enligt krav 21 eller 22, kännetecknad av att högspänningsskablen har en diameter i intervallet 20 - 200 mm och en ledningsarea i intervallet 80 - 3000 mm².

33
R
A
D
D
E
C
G
G

SAMMANDRAG

Vid ett förfarande för att minska inverkan av tredjetonsspänningar vid direktanslutning av växelströmsmaskiner (1) till ett trefas kraftnät (5), varvid en lindning hos 5 maskinen är Y-kopplad och lindningens neutralpunkt (2) tillgänglig, kopplas ett spärrfilter (14) med skydd (17) för överspänningar mellan neutralpunkten (2) och kraftnätets jord (4). Filtrets karaktäristik ändras vid risk för att filtret tredjetonsmässigt hamnar i resonans med nätet och maskinen. Vid 10 en sådan anordning är ändringsorgan (20, 21) inrättade för att ändra filtrets (14) karaktäristik.

Figur 2

S
E
R
I
D
O
C
E
M

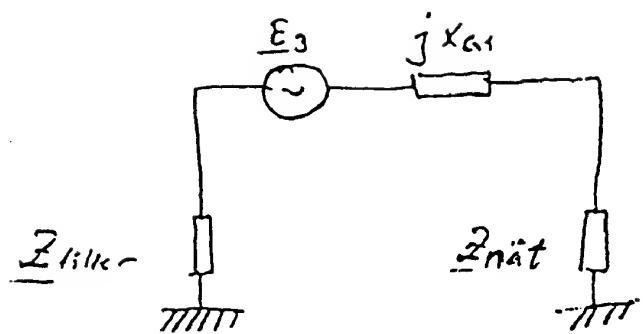


Fig. 1

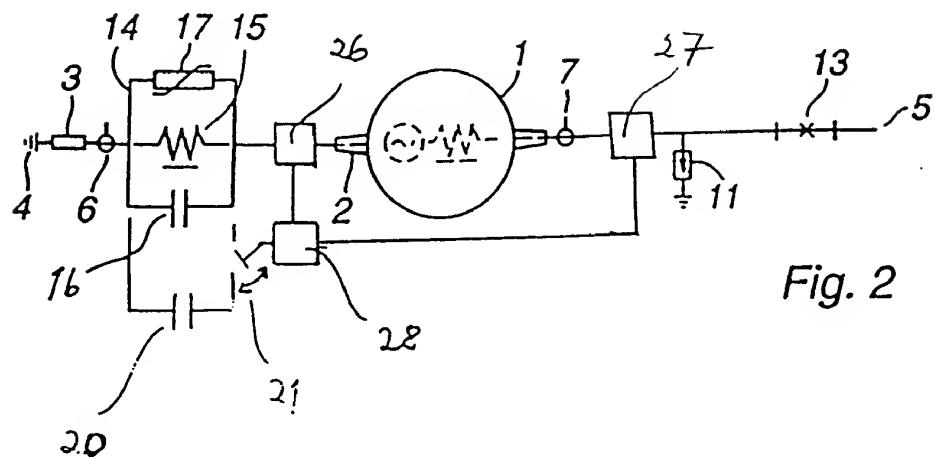


Fig. 2

